

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-067896

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/10

H01M 8/24

(21)Application number : 11-230578

(71)Applicant : GENERAL MOTORS CORP <GM>

(22)Date of filing : 17.08.1999

(72)Inventor : MELTSE MARK ALEXANDER
CLINGERMAN BRUCE JEFFREY
MOWERY KENNETH DAVID

(30)Priority

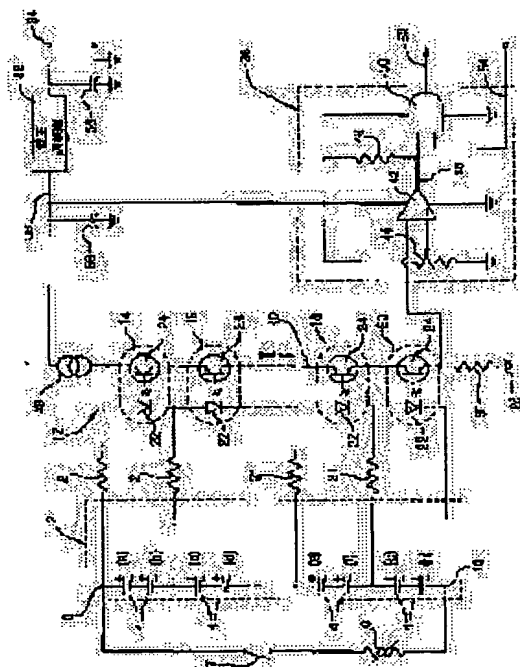
Priority number : 98 138466 Priority date : 21.08.1998 Priority country : US

(54) METHOD FOR PROTECTING FUEL CELL FROM DAMAGE CAUSED BY INVERSION OF
Polarity AND DEVICE FOR IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for monitoring performance of a fuel cell stack.

SOLUTION: The voltage of a fuel cell 4 in a stack 2 is monitored by using opt-isolators 14-20 equipped with light emitters 22 and plural photo-detectors 24 forming a row 40 being connected in series, and when an abnormal condition occurs, a warning is issued or a correcting action is started. When all fuel cells are normal, all light emitters 22 emit light, and all photo detectors 24 in the row 40 are closed, in order to pass a constant current in the row 40. If at least one fuel cell malfunctions, since a voltage of the fuel cell is lowered below a start voltage of the light emitter and the related light emitter disappears, the photo detector relating to the light emitter is opened, in order to cut off the current in the row. Thereby, a warning is issued or an action to protect the defective fuel cell is started.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-67896

(P 2 0 0 0 - 6 7 8 9 6 A)

(43) 公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

| (51) Int. Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード (参考) |
|----------------------------|------|-----------|------------|
| H01M 8/04 | | H01M 8/04 | Z |
| | | | H |
| 8/10 | | 8/10 | |
| 8/24 | | 8/24 | E |

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-230578

(22) 出願日 平成11年8月17日(1999.8.17)

(31) 優先権主張番号 09/138466

(32) 優先日 平成10年8月21日(1998.8.21)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590001407

ゼネラル・モーターズ・コーポレーション
GENERAL MOTORS CORPORATION

アメリカ合衆国ミシガン州48202, デトロイト,
ウエスト・グランド・ブルバード
3044

(72) 発明者 マーク・アレグザンダー・メルツァー

アメリカ合衆国ニューヨーク州14534, ピッツフォード,
オークシャー・ウェイ 16
0

(74) 代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外 5 名)

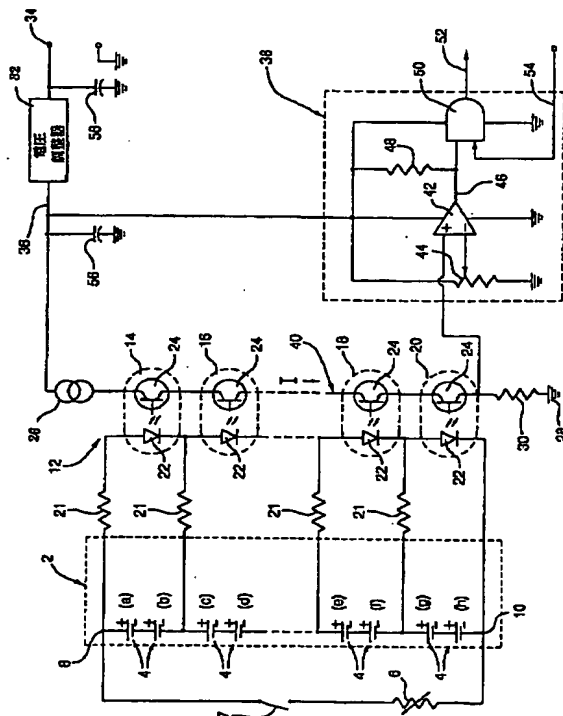
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極性の反転による損傷から燃料電池を保護する方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池スタックの性能を監視する装置及び方法を提供する。

【解決手段】 光エミッタ 22 及び直列接続されて列 40 を形成する複数の光検出器 24 を備えるオプトアイソレータ 14~20 を用いてスタック 2 内の燃料電池 4 の電圧を監視し、異常状態が発生したとき、警告を発し又は修正動作を開始する。全燃料電池が正常の場合は、すべての光エミッタ 22 が発光し、列 40 のすべての光検出器 24 が閉じて列 40 に一定電流が流れる。少なくとも 1 個の燃料電池に故障があると、その燃料電池の電圧が光エミッタの起動電圧よりも低下し、その関連する光エミッタが消えるので、該光エミッタと関連する光検出器が開かれ、列の電流が遮断される。これにより、警告を発し又は故障燃料電池を保護する動作が開始される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池スタックであって、

電氣的に直列接続された複数の個々の燃料電池であって、各燃料電池が、正常動作状態の下では正常な電池電圧を発生し、異常動作状態の下では正常値より低い電池電圧を発生する複数の燃料電池と、

(1) 前記燃料電池の少なくとも 1 つに接続され、前記電池電圧に応答して、前記電池電圧が正常であり且つ所定値よりも大きいときに発光し、前記電池電圧が正常値より低く且つ前記所定値よりも小さいときに暗くなる光エミッタと、(2) 前記光エミッタに近接し、該光エミッタに

応答して、該光エミッタが発光しているときに電流を通し、該光エミッタが暗くなっているときに電流を遮断する光検出器であって、互いに電氣的に直列に接続されて列を形成する光検出器とを各々備えた複数のオプトアイソレータと、

前記列に電流を供給する電流源と、前記列における電流の存在を検知し、前記列内の電流の流れが遮断されたときに前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置を自動的に開始して、電圧が正常値より低い燃料電池を保護する検出回路と、を具備する燃料電池スタック。

【請求項 2】 P E M 燃料電池スタックであって、

電氣的に直列接続された複数の個々の燃料電池であって、各燃料電池が、正常動作状態の下では正常な電池電圧を発生し、異常動作状態の下では正常値より低い電池電圧を発生する複数の燃料電池と、

(1) 一対の前記燃料電池に接続され、該対の電池の電圧の和に

応答して、前記和が所定値よりも大きいときに発光し、前記和が前記所定値よりも小さいときに暗くなる光エミッタと、(2) 前記光エミッタに近接し、該光エミッタに

応答して、該光エミッタが発光しているときに電流を通し、該光エミッタが暗くなっているときに電流を遮断する光検出器であって、列状に互いに電氣的に直列に接続される光検出器とを各々備えた複数のオプトアイソレータと、

前記光検出器の列に電流を供給する電流源と、前記列における電流の存在を検知し、前記列の電流の流れが遮断されたときに前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置を自動的に開始して、電圧が正常値より低い前記燃料電池スタック内の燃料電池を保護する検出回路と、を具備する P E M 燃料電池スタック。

【請求項 3】 前記電流源は前記列に一定の電流を供給し、

前記検出回路は、前記列に電流が流れているときに前記列の電圧を検知して、前記列の電圧値が所定値より小さくなったときに、前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は前記修正措置を自動的に開始する、請求項 2 に記載の P E M 燃料電池スタック。

【請求項 4】 直列接続された複数の燃料電池を有するスタックにおける故障した燃料電池を検出し、該故障した燃料電池が損傷しないように修正措置を自動的に開始することによって、前記故障した燃料電池を保護する方法であって、

a. 前記燃料電池の各々を、光エミッタと該光エミッタの発する光に

応答する隣接の光検出器とを備えたオプトアイソレータに結合するステップであって、前記光エミッタを、前記燃料電池の電圧が所定値より大きくて前記燃料電池の動作が正常であることを示すときに発光し、前記燃料電池の電圧が前記所定値より小さくて前記燃料電池の動作が異常であることを示すときに暗くなるように前記燃料電池に接続するステップと、

b. それぞれの前記光検出器を他の前記光検出器と互いに接続し、直列接続された光検出器の列を形成するステップと、

c. 前記光エミッタのすべてが発光しているときに前記列を通じて電流を流し、前記光エミッタのうちの少なくとも 1 つが暗いときに電流の流れを遮断するステップと、

d. 前記列における前記電流の流れを検出するステップと、

e. 前記列における電流の流れが遮断されたときに前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置を自動的に開始して、電圧が正常値より低い前記燃料電池スタック内の燃料電池を保護するステップと、を備えた方法。

【請求項 5】 前記修正措置は、前記燃料電池スタックのアンロードを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】 (1) 前記列を通して一定の電流を流し、(2) 前記列中の選択位置で前記列の電圧を監視し、(3) 前記列の電圧を所定のスレッシュホールド電圧と比較し、(4) 前記列の電圧が前記スレッシュホールド電圧より小さくなったときに前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置を自動的に開始することによって、前記列の電流を検出するステップを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】 前記オプトアイソレータは、一対の前記燃料電池に接続されて、前記対を構成する燃料電池の個々の電圧の和に

応答する、請求項 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池のスタック中の個々の燃料電池を監視し、望ましくないスタック動作状態が示されたときに該スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置（例えば、燃料電池スタックをアンロード（u n l o a d）する）を開始して、スタック内の故障の電池を保護することにより、極性の反転による損傷から燃料電池を保護する方法及び装置に関する。

【0002】アメリカ合衆国政府は、アメリカ合衆国エネルギー省により与えられた契約第DE-AC02-90CH10435号に準ずる本発明の権利を有する。

【0003】

【従来の技術】燃料電池は、多くの応用に対する電源として提案されている。いわゆるPEM（陽子交換膜）燃料電池（SPE（固体重合体電解質）燃料電池としても知られる）は、高エネルギーを有し且つ低重量であるという潜在的能力があり、従って、移動可能装置への応用

（例えば、電気車両）に望ましい。PEM/SPE燃料電池は当該技術では公知であり、それら燃料電池は「膜電極組立体」（MEAとしても知られる）を備え、その膜電極組立体は、その一方の面に陽極を有し且つ他方の面に陰極を有する薄いプロトン伝導性の固体重合体膜電解質（例えば、過フッ素化（perfluorinated）スルホン酸のようなイオン交換樹脂）を備える。陽極及び陰極は、典型的には、微細に分割された炭素粒子と、該炭素粒子の内面及び外面に支持された非常に微細に分割された触媒粒子と、これら触媒粒子及び炭素粒子と混ぜ合わさったプロトン伝導性樹脂とを備える。膜電極組立体は一对の導電性エレメントの間に挟まれる。該導電性エレメントは、陽極及び陰極の集電器として働き、且つ適宜の溝及び／又は開口部を有し、燃料電池の気体反応物を陽極及び陰極の夫々の触媒の表面に分配する。複数の個々の電池が共に束ねられて燃料電池スタックを形成する。PEM燃料電池は典型的には H_2-O_2 燃料電池であり、水素は陽極反応物（即ち、燃料）であり、酸素は陰極酸化体である。水素は純粋な形態であっても、メタノール、ガソリンその他の改質により得られたものであってもよく、酸素は純粋な形態（即ち、 O_2 ）であっても、空気であってもよい。

【0004】PEM燃料電池の性能は幾つかの理由で、とりわけ、一酸化炭素による陽極触媒の劣化、個々の電池の陽極側と陰極側との間の過剰な漏洩、水素又は酸素の不足、陽極／陰極の気体分配溝の汚染、個々の電池の損傷、水の過剰などで低下する。これらの何れかがスタック内の1つ以上の電池で発生しただけで、それらの電池の個々の性能が低下し、それらの電池の極性が反転される恐れがある。燃料電池スタック内の電池の極性が反転されると、その電池はスタック電流に寄与せず、全スタック電流に対するシンクとなる。電池の極性が反転した場合には、例えば、スタックから抵抗負荷を除去する（即ち、アンロードする）等の、その状況を修正する適切な処理を施されなければ、電池が破壊される恐れがある。比較的強固である磷酸、固体炭酸塩及び融解炭酸塩電池のような他の H_2-O_2 燃料電池とは異なり、PEM燃料電池は、極性が反転されたとき（例えば、触媒の酸化、MEAの剥離などにより）比較的急速な破壊を受けやすい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のような切迫した状態を事前に警告されること、及び、極性が反転する状況が切迫しているときに、それを警告して早期の修正動作（例えば、スタックをアンロードする）を開始させる迅速応答型の保護システムを備えることが望まれる。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、燃料電池のスタックの性能を監視し、1個以上の電池の性能が、電池の極性反転の前兆になる望ましくない動作状態を示すときに、修正措置（例えば、スタックのオペレータに警告を発し及び／又はスタックをアンロードする）を自動的に開始する保護方法及び装置に関する。本発明は任意の形式の燃料電池スタックに有用であるが、特に、極性反転状態が発生したときの急速な破壊を特に受け易いPEM・ H_2-O_2 燃料電池に有用である。従って、ここでは、本発明をPEM・ H_2-O_2 燃料電池に関連させて説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0007】装置に関しては、本発明は、電気的に直列に接続された複数の個々の燃料電池を備え、個々の電池の電圧の和であるスタック電圧を発生するPEM・ H_2-O_2 燃料電池スタックを含む。通常の動作状態では、個々の電池の正常電圧は約0.6ボルトであり、正常なスタック電圧は、正常な電池電圧にスタック内の電池の数を乗じたものである。複数のオプトアイソレータ（オプトカブラとしても知られる）が備えられ、その各々は発光ダイオード（LED）のような光エミッタを備える。光エミッタは、スタックにおける個々の電池のうちの少なくとも1つに結合され、且つその関連する電池電圧に応答して、（1）その関連する電池の端子電圧が正常であり且つ光エミッタの起動電圧（値はオプトアイソレータの製造者により予め定められる）より大きいときに発光し、（2）電池の端子電圧が正常値より小さく且つ光エミッタの所定の起動電圧より小さいときに暗くなる。また、各オプトアイソレータは、光エミッタに近接して配置され且つ光エミッタに応答して、光エミッタが発光しているときには電流を通し、光エミッタが暗いときには電流の流れを遮断する光検出器を備える。

【0008】各オプトアイソレータの光検出器は互いに電気的に直列に接続されて、光検出器の列を形成する。電流は、電流源（例えば、バッテリー）から、その列を通じて流れる。検出回路は、光検出器の列に流れる電流の存在又は不存在を検知し、列の電流の流れが遮断されたときに、スタックのオペレータに警告を発し及び／又は自動的に修正措置（例えば、スタックをアンロードする）を開始する。1つのオプトアイソレータが一对の電池に接続され、その光エミッタは、該対における個々の電池の電圧の和にに応答して、その和が光エミッタの起動電圧以上であるときには発光し、その和が該起動電圧より小さいときには暗くなるようにすることが好ましい。

50 最も好ましいのは、定電流源から光検出器の列に一定の

電流を印加し、適切な検出回路により列の特定の点の電圧を検知して、その電圧が所定値より小さくなったときにスタックのオペレータに警告を発し及び／又は自動的に修正措置を開始することである。

【0009】方法に関しては、本発明は、直列接続された燃料電池のスタックにおける故障した燃料電池を検出し、スタックのオペレータに警告を発し及び／又は自動的に修正措置を開始して、極性の反転により生じ得る損傷から故障電池を保護する方法を包含する。この方法は、(a) 個々の電池を、光エミッタと該光エミッタから発せられる光に応答する近接配置された光検出器とを備えるオプトアイソレータに結合するステップと、

(b) 電池電圧が光エミッタの起動電圧より大きいときには発光し、電池電圧が起動電圧より小さくなったときには暗くなるように、光エミッタを電池に接続するステップと、(c) 各光検出器を直列に且つ列状に接続するステップと、(d) すべての光エミッタが発光しているときには光検出器の列を通して電流を流し、何れかの光エミッタが暗くなったときには電流を遮断するステップと、(e) 列の電流の流れを検出するステップと、

(f) 列の電流が遮断されたときに、スタックのオペレータに警告を発し及び／又は自動的に修正措置を開始して、スタック内の何れかの故障電池を保護するステップとを備える。オプトアイソレータは、一対の電池に接続されて、その関連する対の電池の個々の電池電圧の和よりも僅かに低い起動電圧を有することが好ましい。各オプトアイソレータに一対の電池を結合することにより、必要なオプトアイソレータの数を減らすことができ、システムの信頼性が向上する。最も好ましいのは、列の電流を、(i) 列に一定の電流を流し、(ii) 列の特定の場所の電圧を監視し、(iii) 列の電圧と所定のスレッシュホールド電圧とを比較することにより、検出することである。列の電圧がスレッシュホールド電圧より下がったときに、スタックのオペレータに警告が発せられ及び／又は(例えば、スタックをアンロードすることにより)故障電池が自動的に保護されるこの発明は、添付図面を参照して以下の詳細な説明を考慮するとき一層良く理解することができよう。

【0010】

【発明の実施の形態】概略的には、オプトアイソレータにおける光エミッタ、例えば発光ダイオード(LED)は、PEM燃料電池スタックにおける複数の対の燃料電池の両端間に接続される。これらのLEDは、燃料電池のそれぞれの対の両端間の電圧がLEDの最小動作(起動)電圧と等しいか又はそれよりも高いときにオンになり(発光し)、その対の合計電圧がLEDの起動電圧よりも低いときにオフになる(消える)。従って、(例えば、燃料/酸化体の不足に起因して)対の一方又は両方の電池の性能が、電池の極性反転が今にも起ころうとする点まで低下すると、LEDはオフになる。LEDが消

えると、オプトアイソレータの光検出器(例えば、フォトトランジスタ)の部分が開状態になり、光検出器を通る電流又は光検出器と電氣的に直列の回路を通る電流を遮断する。

【0011】オプトアイソレータ回路における電流の停止が検知され、燃料電池スタック・コントローラに信号が送られて、必要な修正動作(例えば、スタックのアンロードする)が行われ、LEDを消させた電池の損傷を防ぐ。検流計のような電流検出器を用いて電流を検知することができるが、列の特定の部分の電圧を検知して、その電圧を許容スレッシュホールド電圧と比較することにより電流を検出することが望ましい。本発明の診断機構の格別の利点は、幾つかの電池を調べるのではなく、複数の電池を連続的に且つ同時に監視することができることである。

【0012】より詳細には、図1は、複数の個別の電池4を含む燃料電池スタック2(点線で示す)を示しており、この燃料電池の端子8と10との間に負荷6が接続される。スイッチ7又はそれと同等の素子が、負荷6と燃料電池スタック2との接続又は切り離し(即ちアンローディング)を行うように作用する。電気車両の場合には、負荷6は典型的にはトラクションモータを含み、その抵抗は運転条件に依存して大きく変化する。従って、このようなモータを流れる電流は、加速状態や登坂状態等の、モータに対する負荷が最大になるとときには、ずっと大きくなる。この同じ電流が燃料電池スタック2を流れる。

【0013】燃料電池スタック2内の個々の電池4のうちの少なくとも1個が例えば燃料不足又は酸素不足となり、或いは何らかの衰弱状態にある場合には、その電池は必要とされる量の電流を供給することができず、電流源ではなく電流シンクとなるので、結果的に電池の極性が反転する。このような極性の反転や他の電池劣化状態を検出するために、燃料電池スタック2には、各々が光エミッタ22及び光検出器24を有する複数のオプトアイソレータ14、16、18、20を備えた診断システム12が設けられる。好ましくは、光エミッタ22は発光ダイオード(即ち、LED)からなり、光検出器24はフォトトランジスタからなる。図示の実施の形態においては、LED及びフォトトランジスタの代わりに、他の形式の光エミッタ及び光検出器を用いることもできる。

【0014】各光エミッタ22は一対の燃料電池の両端間に接続され、その関連する対の合計電圧に応答する。電流制限用の抵抗21が、光エミッタ22を流れる電流の量を制限する。図示のように、オプトアイソレータ14の光エミッタ22は電池(a)及び(b)にまたがって接続され、オプトアイソレータ16の光エミッタ22は電池(c)及び(d)にまたがって接続され、オプトアイソレータ18の光エミッタ22は電池(e)及び

(f) にまたがって接続され、他も同様に接続される。オプトアイソレータ 1 4 ~ 2 0 における各々の光検出器 2 4 は、抵抗 3 0 を介して定電流源 2 6 と接地 2 8 との間に電氣的に直列に、列をなして接続される。光エミッタ 2 2 は、2 個の直列接続された燃料電池の合計電圧よりも僅かに低い起動電圧を有するように選択される。従って、0. 6 V の開回路電圧を有する $H_2 - O_2$ PEM 燃料電池に対しては、モトローラ社の起動電圧 1. 1 V d C の T I L 1 1 1 型オプトアイソレータが選択され、1. 2 V d C の合計電圧を発生する各燃料電池対にまたがって接続される。

【0 0 1 5】各光エミッタが結合されている燃料電池対の合計電圧が当該光エミッタの起動電圧を超えたときに、光エミッタ 2 2 は発光する。すべての光エミッタが発光しているとき（即ち、正常動作状態）、すべての光検出器 2 4 が閉状態となり、すべての光検出器及び負荷抵抗 3 0 を通じて電流が流れる。電圧調整器 3 2 は電源 3 4（例えば、バッテリー）から給電され、調整された電圧 3 6 を定電流源 2 6 及び検出回路 3 8（以下に説明する）に供給する。

【0 0 1 6】負荷抵抗 3 0 の両端間の電圧は、光検出器 2 4 の列 4 0 の電流 I に負荷抵抗 3 0 の抵抗値を乗じたものに等しい。負荷抵抗 3 0 の電圧は、検出回路 3 8 内の比較器 4 2 の正入力側に印加され、予め設定された基準／スレッシュホールド電圧と比較される。この基準／スレッシュホールド電圧は、比較器 4 2 の負入力側に接続された電位差計 4 4 によって確立される。比較器 4 2 の出力信号 4 6 は、負荷抵抗 3 0 での電圧降下が電位差計 4 6 での電圧降下と等しいか又はそれより大きいときにローとなり、負荷抵抗 3 0 での電圧降下が電位差計 4 6 での電圧降下より小さいときにハイとなる。比較器 4 2 は、外部のプルアップ抵抗 4 8 に結合されたコレクタを有するコレクタ出力の変形として図示されている。

【0 0 1 7】何れかの光エミッタ 2 2 が消えた結果とし

て何れかの光検出器 2 4 が開状態になったことにより列 4 0 の電流が遮断されたときに、負荷抵抗 3 0 の電圧降下は電位差計 4 4 の電圧降下より小さくなり、比較器 4 2 からの出力信号 4 6 はハイになる。比較器 4 2 からのハイ又はローの出力 4 6 は、論理「アンド」回路 5 0 に印加され、イネーブル信号 5 4 が回路 5 0 に印加されて比較器 4 2 の出力を通すとき（ハイ又はローの）出力信号 5 2 として複製される。論理「アンド」回路 5 0 からの出力 5 2 は、適切な修正動作を開始する（例えば、スイッチ 7 を開いて、スタック 2 から負荷 6 を切り離す）スタック・コントローラ（図示せず）に接続される。イネーブル信号 5 4 は、始動シーケンス（即ち、個々の電池 4 の電圧がローである）の後に燃料電池スタックが完全動作状態になって定常動作状態が達成されたときにのみ供給される。

【0 0 1 8】電位差計 4 4 の両端間のスレッシュホールド／基準電圧は、その上側では燃料電池スタック 2 が正常動作状態にあると判断され、その下側では燃料電池スタック 2 が異常状態にあるとみなされ、燃料電池スタック 2 から負荷 6 を電氣的に切り離すことによりアンロードする等の修正動作を必要とする電圧である。一対のコンデンサ 5 6 及び 5 8 は、回路の電氣的ノイズを除去又は抑制するように働く。

【0 0 1 9】本発明を特定の実施の形態に関連して説明したが、本発明はそれに限定されるものではない。

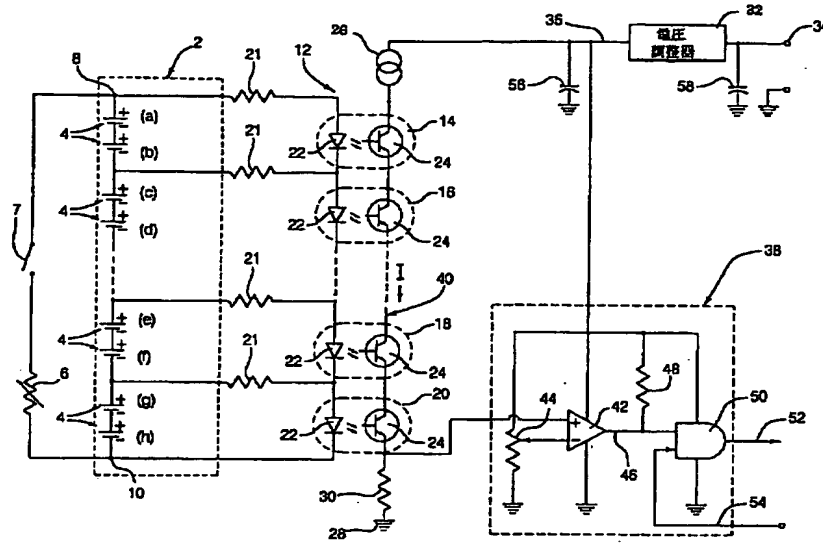
【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の燃料電池監視及び保護システムを含む二極式の PEM 燃料電池スタックを概略的に示す図である。

【符号の説明】

2 : 燃料電池スタック、 6 : 負荷、 7 : スイッチ、
1 4 ~ 2 0 : オプトアイソレータ、 2 2 : 光エミッタ、
2 4 : 光検出器、 2 6 : 定電流源、 3 2 : 電圧調整器、
3 4 : 電源、 3 8 : 検出回路

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 ブルース・ジェフリー・クリンガーマン
アメリカ合衆国ニューヨーク州14522, パ
ルミラ, ルート21・ノース 1855

(72)発明者 ケネス・デーヴィッド・モワリー
アメリカ合衆国インディアナ州46060, ノ
ーブルスヴィル, トレモント・コート
309

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-067896

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/10

H01M 8/24

(21)Application number : 11-230578

(71)Applicant : GENERAL MOTORS CORP <GM>

(22)Date of filing : 17.08.1999

(72)Inventor : MELTSEY MARK ALEXANDER
CLINGERMAN BRUCE JEFFREY
MOWERY KENNETH DAVID

(30)Priority

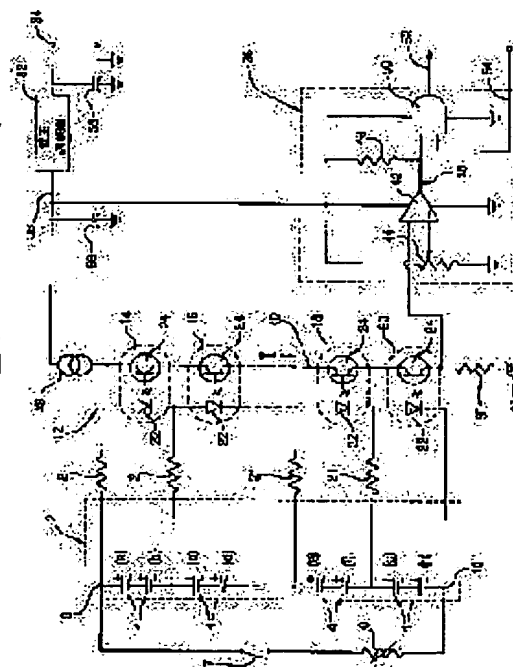
Priority number : 98 138466 Priority date : 21.08.1998 Priority country : US

(54) METHOD FOR PROTECTING FUEL CELL FROM DAMAGE CAUSED BY INVERSION OF PORARITY AND DEVICE FOR IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for monitoring performance of a fuel cell stack.

SOLUTION: The voltage of a fuel cell 4 in a stack 2 is monitored by using opt-isolators 14-20 equipped with light emitters 22 and plural photo-detectors 24 forming a row 40 being connected in series, and when an abnormal condition occurs, a warning is issued or a correcting action is started. When all fuel cells are normal, all light emitters 22 emit light, and all photo detectors 24 in the row 40 are closed, in order to pass a constant current in the row 40. If at least one fuel cell malfunctions, since a voltage of the fuel cell is lowered below a start voltage of the light emitter and the related light emitter disappears, the photo detector relating to the light emitter is opened, in order to cut off the current in the row. Thereby, a warning is issued or an action to protect the defective fuel cell is started.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is a fuel cell stack and they are two or more fuel cells of each by which series connection was carried out electrically. Two or more fuel cells with which each fuel cell generates cell voltage normal under normal operating state, and generates the cell voltage lower than normal values under abnormality operating state, (1) Connect with at least one of said the fuel cells, and said cell voltage is answered. The photoemitter which emits light when said cell voltage is normally larger than a predetermined value, and becomes dark when said cell voltage is lower than normal values and smaller than said predetermined value, (2) While said photoemitter is approached, this photoemitter is answered and this photoemitter is emitting light, a current Through, Two or more optoisolators respectively equipped with the photodetector which is a photodetector which intercepts a current when this photoemitter is dark, each other is electrically connected to a serial, and forms a train, When existence of the current source which supplies a current to said train, and the current in said train is detected and the flow of the current within said train is intercepted, emit warning to the operator of said fuel cell stack, and/or a correction measure is started automatically. The fuel cell stack possessing the detector which protects a fuel cell with an electrical potential difference lower than normal values.

[Claim 2] It is a PEM fuel cell stack and they are two or more fuel cells of each by which series connection was carried out electrically. Two or more fuel cells with which each fuel cell generates cell voltage normal under normal operating state, and generates the cell voltage lower than normal values under abnormality operating state, (1) Connect with said fuel cell of a pair and the sum of the electrical potential difference of this a pair of cell is answered. The photoemitter which emits light when said sum is larger than a predetermined value, and becomes dark when said sum is smaller than said predetermined value, (2) While said photoemitter is approached, this photoemitter is answered and this photoemitter is emitting light, a current Through, Two or more optoisolators respectively equipped with the photodetector which is a photodetector which intercepts a current when this photoemitter is dark, and is electrically connected to serial at a serial, When existence of the current source which supplies a current to the train of said photodetector, and the current in said train is detected and the flow of the current of said train is intercepted, emit warning to the operator of said fuel cell stack, and/or a correction measure is started automatically. The PEM fuel cell stack possessing the detector which protects the fuel cell in said fuel cell stack with an electrical potential difference lower than normal values.

[Claim 3] It is the PEM fuel cell stack according to claim 2 which said detector detects the electrical potential difference of said train while the current is flowing in said train, emits warning to the operator of said fuel cell stack by said current source supplying a fixed current to said train when the electrical-potential-difference value of said train becomes smaller than a predetermined value, and/or starts said correction measure automatically.

[Claim 4] By starting a correction measure automatically so that the broken fuel cell in the stack which has two or more fuel cells by which series connection was carried out may be detected and the fuel cell which this broke down may not damage it It is the approach of protecting said broken fuel cell. Each of the a. aforementioned fuel cell It is the step combined with the optoisolator equipped with the photodetector of the contiguity which answers the light which photoemitter and this photoemitter emit. Light is emitted when it is shown that the electrical potential difference of said fuel cell is larger than a predetermined value in said photoemitter, and actuation of said fuel cell is normal. The step which connects with said fuel cell so that it may become dark when it is shown that the electrical potential difference of said fuel cell is smaller than said predetermined value, and actuation of said fuel cell is unusual, b. The step which connects said each photodetector of each other with said other photodetectors, and forms the train of the photodetector by which series connection was

carried out, c. The step which intercepts the flow of a current for a current through said train when [of a sink and said photoemitters] at least one is dark while said all photoemitters are emitting light, d. When the flow of the step which detects the flow of said current in said train, and the current in the e. aforementioned train is intercepted, emit warning to the operator of said fuel cell stack, and/or a correction measure is started automatically. The approach equipped with the step which protects the fuel cell in said fuel cell stack with an electrical potential difference lower than normal values.

[Claim 5] Said correction measure is an approach including the unload of said fuel cell stack according to claim 4.

[Claim 6] (1) Supervise the electrical potential difference of said train in the selected position in said train. said train -- letting it pass -- a fixed current -- a sink and (2) -- (3) -- the electrical potential difference of said train -- predetermined threshold voltage -- comparing -- (4) -- by emitting warning to the operator of said fuel cell stack, and/or starting a correction measure automatically, when the electrical potential difference of said train becomes smaller than said threshold voltage The approach containing the step which detects the current of said train according to claim 4.

[Claim 7] Said optoisolator is an approach according to claim 6 which is connected to said fuel cell of a pair and answers the sum of each electrical potential difference of the fuel cell which constitutes said pair.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the approach and equipment which protect a fuel cell from damage by polar reversal by emitting warning to the operator of this stack, and/or starting a correction measure (for example, the unload (unload) of the fuel cell stack being carried out), and protecting the cell of failure in a stack, when each fuel cell in the stack of a fuel cell is supervised and the stack operating state which is not desirable is shown.

[0002] the [to which the American government was given by the American Department of Energy / contract] - it has the right of this invention according to DE-AC02-90CH No. 10435.

[0003]

[Description of the Prior Art] The fuel cell is proposed as a power source over many application. The so-called PEM (proton exchange film) fuel cell (known also as an SPE (solid-state polymer electrolyte) fuel cell) has high energy, has the potential capacity to be low weight, therefore is desirable to the application (for example, electric rolling stock) to movable equipment. It has the thin solid-state polymer film electrolyte (for example, ion exchange resin like a fault fluorination (perfluorinated) sulfonic acid) of proton conductivity which the PEM/SPE fuel cell is well-known with the technique concerned, these fuel cells are equipped with a "membrane electrode assembly" (known also as MEA), and the membrane electrode assembly has an anode plate in the field of one of these, and has cathode in the field of another side. An anode plate and cathode are equipped with the proton conductivity resin which mixed the carbon particle divided minutely typically, the catalyst particle which was supported by the inside and external surface of this carbon particle, and which was divided very minutely, and these catalyst particle and a carbon particle, and was put together. A membrane electrode assembly is inserted between the conductive elements of a pair. This conductive element works as a collector of an anode plate and cathode, and has a proper slot and/or proper opening, and distributes the gas reactant of a fuel cell to the front face of each catalyst of an anode plate and cathode. Two or more cells [both] of each are bundled, and a fuel cell stack is formed. A PEM fuel cell is H₂-O₂ fuel cell typically, hydrogen is an anodic reaction object (namely, fuel), and oxygen is a cathode oxidant. Even if hydrogen is a pure gestalt, it may be obtained by reforming of a methanol, a gasoline, and others, and oxygen may be a pure gestalt (namely, O₂), or may be air.

[0004] The engine performance of a PEM fuel cell is divided by several reasons, and it falls by lack of degradation of the anode plate catalyst by the carbon monoxide, the superfluous leakage between the anode plate side of each cell and a cathode side, hydrogen, or oxygen, contamination of the gas distribution slot of an anode plate/cathode, damage on each cell, the excess of water, etc. Only by these any they are occurring by one or more cells in a stack, each engine performance of those cells falls and there is a possibility that the polarity of those cells may be reversed. If the polarity of the cell in a fuel cell stack is reversed, it will not contribute to a stack current but the cell will serve as a sink to all stack currents. If suitable processing of removing a resistance load from a stack which corrects the situation (that is, an unload is carried out) is not performed when the polarity of a cell is reversed, there is a possibility that a cell may be destroyed. Unlike other H₂-O₂ fuel cells like comparatively firm phosphoric acid, a solid acid ghost, and a fusion carbonate cell, when a polarity is reversed, it is tended, as for a PEM fuel cell, to receive comparatively rapid destruction (for example, oxidation of a catalyst, exfoliation of MEA, etc.).

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When being warned of the above conditions of having drawn near, in advance, and the situation which a polarity reverses are tense, to have the protection system of the quick response mold which it warns [mold] of it and makes an early corrective action (for example, the unload of the stack is carried out) start is desired.

[0006]

[Means for Solving the Problem] This invention supervises the engine performance of the stack of a fuel cell, and when the operating state from which the engine performance of one or more cells becomes the sign of the polarity reversals of a cell and which is not desirable is shown, it relates to the protection approach and equipment which start automatically a correction measure (for example, warning is emitted to the operator of a stack and/or the unload of the stack is carried out). Although this invention is useful to the fuel cell stack of the format of arbitration, it is useful to PEM-H₂-O₂ fuel cell which is easy to receive especially rapid destruction when a polarity-reversals condition occurs especially. Therefore, although this invention is related with PEM and H₂-O₂ fuel cell and is explained, this invention is not limited to this here.

[0007] About equipment, this invention is equipped with two or more fuel cells of each electrically connected to the serial, and contains the PEM-H₂-O₂ fuel-cell stack which generates the stack electrical potential difference which is the sum of the electrical potential difference of each cell. In a normal operating state, the normal electrical potential difference of each cell is about 0.6 volts, and a normal stack electrical potential difference multiplies normal cell voltage by the number of the cells in a stack. It has two or more optoisolators (known also as an optocoupler), and the each is equipped with an optical emitter like light emitting diode (LED). photoemitter is combined with at least one of each cells in a stack -- having -- and the related cell voltage -- answering -- (1) -- when the terminal voltage of the related cell is normally larger than the starting voltage (a value is beforehand defined by the manufacturer of an optoisolator) of photoemitter, light is emitted, and it becomes dark when the terminal voltage of (2) cells is smaller than the predetermined starting voltage of photoemitter smaller than normal values and. Moreover, each optoisolator is equipped with the photodetector which intercepts a current while approach photoemitter, and it is arranged, and photoemitter is answered and photoemitter is emitting light, and intercepts the flow of a current when through and photoemitter are dark.

[0008] It connects with a serial electrically mutually and the photodetector of each optoisolator forms the train of a photodetector. A current flows through the train from a current source (for example, dc-battery). When it detects existence of a current or un-existing and the flow of the current of a train is intercepted, a detector emits warning to the operator of a stack, and/or starts a correction measure (for example, the unload of the stack is carried out) automatically. [which flows in the train of a photodetector] One optoisolator is connected to the cell of a pair, and the photoemitter answers the sum of the electrical potential difference of each cell in this pair, when the sum is more than the starting voltage of photoemitter, it emits light, and when the sum is smaller than this starting voltage, it is desirable [photoemitter] to make it become dark. It is most desirable to emit warning to the operator of a stack and/or to start a correction measure automatically, when a fixed current is impressed to the train of a photodetector from a constant current source, the electrical potential difference of the specific point of a train is detected by the suitable detector and the electrical potential difference becomes smaller than a predetermined value.

[0009] About an approach, this invention detects the broken fuel cell in the stack of the fuel cell by which series connection was carried out, and emits warning to the operator of a stack, and/or starts a correction measure automatically, and includes the approach of protecting a failure cell from the damage which may be produced by polar reversal. The step which combines this approach with an optoisolator equipped with the photodetector which answers the light emitted from photoemitter and this photoemitter in the cell of (a) each, and by which contiguity arrangement was carried out, (b) So that it may become dark when light is emitted when cell voltage is larger than the starting voltage of photoemitter, and cell voltage becomes smaller than starting voltage To a serial the step which connects photoemitter to a cell, and (c) each photodetector And the step linked to seriate, (d) The step which intercepts a current when a sink and which photoemitter become dark about a current through the train of a photodetector, while all photoemitters are emitting light, (e) When the step which detects the flow of the current of a train, and the current of the (f) train are intercepted, warning is emitted to the operator of a stack, and/or a correction measure is started automatically, and it has the step which protects which failure cell in a stack. As for an optoisolator, it is desirable to connect with the cell of a pair and to have starting voltage slightly lower than the sum of each cell voltage of the cell of a related pair. By combining the

cell of a pair with each optoisolator, the number of required optoisolators can be reduced and the dependability of a system improves. Detecting is most desirable by supervising [the current of a train] the electrical potential difference of the specific location of a sink and the (ii) train for a fixed current in the (i) train, and comparing the electrical potential difference of a train (iii) with predetermined threshold voltage. When taking the following detailed explanation into consideration with reference to an accompanying drawing, he can understand much more well this invention from which warning is emitted by the operator of a stack (for example, thing to do for the unload of the stack), and/or a failure cell is automatically protected when the electrical potential difference of a train falls from threshold voltage.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Roughly, the photoemitter in an optoisolator, for example, light emitting diode, (LED) is connected among the both ends of two or more of a pair of fuel cells which can be set to a PEM fuel cell stack. Such LED has an electrical potential difference equal to the minimum actuation (starting) electrical potential difference of LED between each of a pair of both ends of a fuel cell, or when higher than it, it is turned on (emitting light), and it becomes off when the sum total electrical potential difference of a pair of is lower than the starting voltage of LED (it disappears). Therefore, LED will be turned off if the engine performance of the cell of a pair of (originating in lack of for example, a fuel/oxidant) one side or both falls to the point that the polarity reversals of a cell tend to happen at any moment. If LED disappears, the part of the photodetector (for example, photo transistor) of an optoisolator will be in an open condition, and the current or photodetector which passes along a photodetector, and the current which passes along a serial circuit electrically will be intercepted.

[0011] A halt of the current in an optoisolator circuit is detected, a signal is sent to a fuel cell stack controller, a required corrective action (for example, a stack carries out an unload) is performed, and damage on the cell which made LED erase is prevented. Although a current is detectable using a current detector like a galvanometer, it is desirable to detect the electrical potential difference of the specific part of a train, and to detect a current by comparing the electrical potential difference with permission threshold voltage. The advantage according to rank of the diagnostic device of this invention is being able to supervise two or more cells to coincidence continuously rather than being able to investigating some cells.

[0012] Drawing 1 shows the fuel cell stack 2 (a dotted line shows) containing the cell 4 according to two or more individuals more to the detail, and a load 6 is connected among the terminals 8 and 10 of this fuel cell. A switch 7 or a component equivalent to it acts so that the connection between a load 6 and the fuel cell stack 2 or separation (namely, unloading) may be performed. In the case of electric rolling stock, in a load 6, the resistance changes a lot depending on a service condition including a traction motor typically. Therefore, the current which flows such a motor becomes large all the time, when the load to motors, such as an acceleration condition and a climb condition, becomes max. This same current flows the fuel cell stack 2.

[0013] Since the cell cannot supply the current of the amount needed but serves as a current sink instead of a current source in at least one of each cells 4 in the fuel cell stack 2 becoming for example, the lack of a fuel, or hypoxia or being in a certain hyposthenia, the polarity of a cell is reversed as a result. In order to detect such polar reversal and other cell degradation conditions, the diagnostic system 12 equipped with two or more optoisolators 14, 16, 18, and 20 in which each has photoemitter 22 and a photodetector 24 is formed in the fuel cell stack 2. Preferably, photoemitter 22 consists of a light emitting diode (namely, LED), and a photodetector 24 consists of a photo transistor. In the gestalt of implementation of illustration, other photoemitters and photodetectors of a format can also be used instead of LED and a photo transistor.

[0014] It connects among the both ends of the fuel cell of a pair, and each photoemitter 22 answers the sum total electrical potential difference of a related pair. The resistance 21 for current limiting restricts the amount of the current which flows photoemitter 22. Like illustration, the photoemitter 22 of an optoisolator 14 is connected ranging over a cell (a) and (b), the photoemitter 22 of an optoisolator 16 is connected ranging over a cell (c) and (d), the photoemitter 22 of an optoisolator 18 is connected ranging over a cell (e) and (f), and others are connected similarly. Through resistance 30, between a constant current source 26 and touch-down 28, electrically, each photodetector 24 in optoisolators 14-20 makes a train to a serial, and is connected to it. Photoemitter 22 is chosen so that it may have starting voltage slightly lower than the sum total electrical potential difference of two fuel cells by which series connection was carried out. Therefore, to the H₂-O₂PEM fuel cell which has the open-circuit voltage of 0.6V, the TIL111 mold optoisolator of starting voltage 1.1VdC of

Motorola is chosen, and it connects ranging over each fuel cell pair which generates the sum total electrical potential difference of 1.2VdC.

[0015] When the sum total electrical potential difference of a fuel cell pair with which each photoemitter is combined exceeds the starting voltage of the photoemitter concerned, photoemitter 22 emits light. While all photoemitters are emitting light (namely, normal operating state), all the photodetectors 24 will be in a closed state, and a current flows through all photodetectors and load resistance 30. Electric power is supplied to a voltage regulator 32 from a power source 34 (for example, dc-battery), and it supplies the adjusted electrical potential difference 36 to a constant current source 26 and a detector 38 (it explains below).

[0016] The electrical potential difference between the both ends of load resistance 30 is equal to what multiplied the current I of the train 40 of a photodetector 24 by the resistance of load resistance 30. The electrical potential difference of load resistance 30 is impressed to the plus input side of the comparator 42 in a detector 38, and is compared with the criteria/threshold voltage set up beforehand. This criteria/threshold voltage are established with the potentiometer 44 connected to the negative input side of a comparator 42. It is equal to the voltage drop in a potentiometer 46, or the voltage drop in load resistance 30 serves as a low, when larger than it, and the output signal 46 of a comparator 42 becomes yes when the voltage drop in load resistance 30 is smaller than the voltage drop in a potentiometer 46. The comparator 42 is illustrated as deformation of the collector output which has the collector combined with the external pull-up resistor 48.

[0017] When which photodetector 24 changed into the open condition as a result to which which photoemitter 22 disappeared and the current of a train 40 is intercepted, the voltage drop of load resistance 30 becomes smaller than the voltage drop of a potentiometer 44, and the output signal 46 from a comparator 42 becomes a high. yes or the low output 46 from a comparator 42 -- logic -- "-- and it is impressed by the" circuit 50, and when an enable signal 54 is impressed to a circuit 50 and lets the output of a comparator 42 pass (yes, low), it is reproduced as an output signal 52. logic -- "-- and the output 52 from the" circuit 50 is connected to the stack (for example, switch 7 is opened and load 6 is separated from stack 2) controller (not shown) which starts a suitable corrective action. An enable signal 54 is supplied, only when a fuel cell stack will be in perfect operating state after a starting sequence (that is, the electrical potential difference of each cell 4 is a low) and stationary operating state is attained.

[0018] The threshold level/reference voltage between the both ends of a potentiometer 44 are electrical potential differences which need a corrective action, such as carrying out an unload, with the up side by judging that the fuel cell stack 2 is in normal operating state, considering that the fuel cell stack 2 is in an abnormal condition with the down side, and separating a load 6 from the fuel cell stack 2 electrically. The capacitors 56 and 58 of a pair work so that the electrical noise of a circuit may be removed or controlled.

[0019] Although this invention was explained in relation to the gestalt of specific operation, this invention is not limited to it.

[Translation done.]

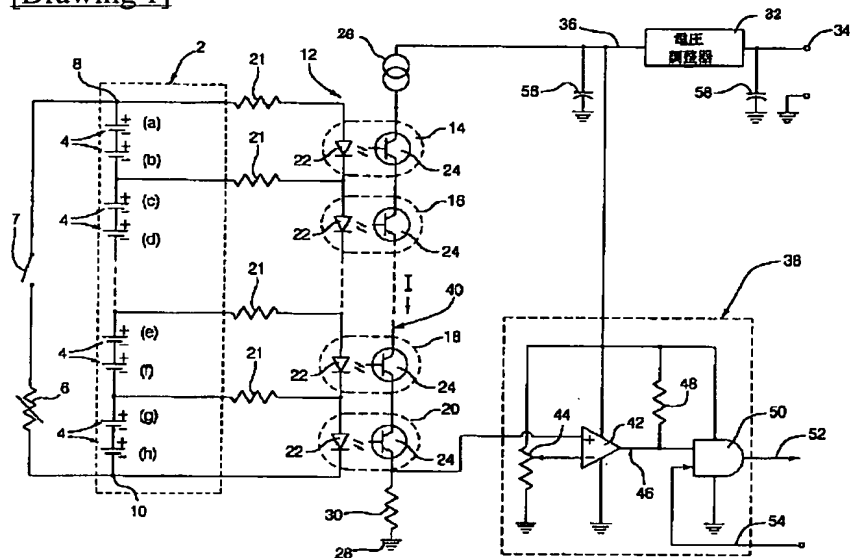
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**